



察隅河流域药用种子植物资源多样性研究

谷文乾, 张淑钧, 杨欣欣, 罗 建*

(西藏农牧学院高原生态研究所/西藏高原森林生态教育部重点实验室/西藏林芝高山森林生态系统国家野外科学观测研究站/
西藏自治区高寒植被生态安全重点实验室, 西藏林芝 860000)

摘 要:为揭示西藏察隅河流域药用种子植物资源多样性特征及保护现状,采用线路和典型样地、样方套、野外标本采集等方法对该区药用种子植物进行了深入调查,对植物生活型、药用部位、药性、药味、药用功效、野生重点药用植物、区系成分等进行系统分析,为研究区药用种子植物的合理利用和科学管理提供理论依据和参考价值。结果表明,(1)察隅河流域药用种子植物共有 114 科 427 属 846 种(含变种),包含裸子植物 4 科 8 属 14 种,被子植物 110 科 419 属 832 种,单种科、寡种科和单种属、寡种属是研究区药用种子植物科和属水平上的主要构成部分。(2)生活型以草本类药用植物为主。(3)药用部位以全草、根及根茎类入药较多,分别占总种数的 45.51% 和 44.21%。(4)温性药用植物占总种数的 27.66%,居药性植物资源之首。(5)苦味类药用植物占总种数的 61.94%,在药用植物药味中占比最高。(6)清热是察隅河流域药用种子植物的主要功效,占总种数的 29.43%。(7)药用植物区系呈现热带成分向温带成分过渡的性质,分布类型复杂多样。研究表明,为提高对察隅河流域药用种子植物资源的利用效率,可以将草本类药用种子植物作为高原特色产业原材料开发利用的首选。

关键词:察隅河流域;药用种子植物;多样性;可持续利用

中图分类号:Q949.95 **文献标志码:**A

Diversity of Medicinal Seed Plant Resources in Zayü River Basin

GU Wenqian, ZHANG Shujun, YANG Xinxin, LUO Jian*

(Institute of Plateau Ecology, Tibet Academy of Agriculture and Animal Husbandry/Key Laboratory of Tibet Plateau Forest Ecology, Ministry of Education/National Field Scientific Observation and Research Station of Tibet Nyingchi Alpine Forest Ecosystem/Key Laboratory of Alpine Vegetation Ecological Security of Tibet Autonomous Region, Nyingchi, Tibet 860000, China)

Abstract: In order to reveal the diversity characteristics and conservation status of medicinal seed plant resources in the Zayü River Basin of Tibet, we used the methods of route and typical plots, sample square sets, and field specimen collection to conduct in-depth investigation of medicinal seed plants in the area, and carried out systematic analysis on plant life forms, medicinal parts, medicinal properties, medicinal tastes, medicinal effects, wild key medicinal plants, and flora components, so as to provide theoretical basis and reference value for the rational utilization and scientific management of medicinal seed plants in the study area. The results showed that, (1) there were 846 species (including varieties) of medicinal seed plants in 114 families, 427 genera, including 14 species in 8 genera in 4 families of gymnosperms, 832 species in 419 genera in 110 families of angiosperms, and monofamily, oligophyllaceae, monophytes and oligophylls were the main components at the level of medicinal seed plants in the study area. (2) The life form was mainly herbaceous medicinal plants. (3) Whole herbs, roots and rhizomes were used in medi-

收稿日期:2022-12-16; **修改稿收到日期:**2023-07-05

基金项目:国家科技基础资源调查专项项目(2021FY100201);第二次青藏高原综合科学考察研究(2019QZKK05020110);国家自然科学基金项目(31560054)

作者简介:谷文乾(1995—),女,硕士生,主要从事植物区系多样性、资源利用与植物保护研究。E-mail:Q15098371241@163.com

* 通信作者:罗 建,研究员,主要从事植物分类和生物多样性研究。E-mail:luojian@xza.edu.cn

nal parts for medicinal purposes, accounting for 45.51% and 44.21% of the total number of species, respectively. (4) Warm medicinal plants accounted for 27.66% of the total number of species, ranking first among medicinal plant resources. (5) Bitter medicinal plants accounted for 61.94% of the total number of species, accounting for the highest proportion of medicinal plants. (6) Clearing heat was the main effect of medicinal seed plants in the Zayü River Basin, accounting for 29.43% of the total number of seeds. (7) The medicinal flora showed the nature of transition from tropical components to temperate components, and the distribution types were complex and diverse. The results show that in order to improve the utilization efficiency of medicinal seed plant resources in the Zayü River Basin, herbaceous medicinal seed plants can be used as the first choice for the development and utilization of raw materials for plateau characteristic industries.

Key words: Zayü River Basin; medicinal seed plants; diversity; sustainable utilization

药用植物作为预防疾病和中医药治疗的主要物质基础,其全株或植株的部分部位可供药用,具有解表、清热、攻毒杀虫止痒等功效,一直是中国医疗卫生体系的重要组成部分,极具科学研究价值^[1]。中国药用植物物种资源十分丰富,共 11 146 种^[2]。近年来,野生药用植物因遭受人们的过度采挖,生境遭受威胁,数量急剧减少,一些药用植物种类濒临灭绝^[3],针对野生药用植物资源发掘利用、有效保护的研究显得尤为重要^[4]。对某一地区药用植物资源的调查分析可以揭示该地区药用植物的发生、发展和组成等特征^[5],为该区药用植物的合理利用和科学管理提供理论依据和参考价值。

西藏察隅河处于横断山区和东喜马拉雅两大生物多样性中心热点地区^[6-7]的交汇处,因其海拔梯度大、紫外线照射强、光照充足、昼夜温差大等独特的地理条件^[8],拥有异常高的生物多样性^[9]及丰富而独特的药用植物资源^[10]。目前,对于青藏高原药用植物资源的关注逐年增加,有关于区域药用资源多样性的研究^[11],针对特有药用植物利用的分析^[12],以及药用植物保护的探讨^[10],而目前尚未见关于察隅河流域药用种子植物资源的研究。因此,参照第四次全国中药资源普查技术规范^[13],展开了对察隅河流域药用种子植物全面系统的实地调查,分析该区药用种子植物的生活型、药用部位、药用功效、药性、药味、区系成分等特点,探索研究区药用种子植物资源多样性保护及合理利用策略,旨在为察隅河流域药用植物的资源利用和科学管理提供理论依据和参考价值,实现药用植物资源的可持续利用。

1 研究区概况和研究方法

1.1 研究区概况

察隅河流域位于青藏高原东南缘,96°10′—97°30′E、27°50′—29°30′N,起源于德母拉山,是东支主流地桑曲和西支主流地贡日嘎布曲汇合之后形成的

双干河流^[14]。海拔梯度大(源头 5 475 m,最低 600 m),垂直高差悬殊。受印度洋西南季风及孟加拉湾暖湿气流的影响,降水丰富,年均降水量 801.1 mm^[15]。流域内气候温润,光照充沛,雨热同季,年均无霜期高达 215 d,年平均温度 12.1 ℃^[14]。多样性气候、复杂的地史条件使得察隅河流域形成了丰富的自然植被资源和植物物种多样性,为药用植物资源的发育提供基础条件。

1.2 研究方法

结合流域内山区植被生态环境、植被类型群落分布进行野外线路调查、样方套、标本采集及相关文献资料^[16-18]的查阅,采用恩格勒系统对药用种子植物名录进行统计整理;样地调查涵盖察隅河整个流域植被生态类型,以《第四次全国中药资源普查技术规范》^[13]为指导,共设置 80 个样地。随机在每个样地内设置 3 个重复,样方套内设置 1 个乔木样方(10 m×10 m),1 个灌木、藤本样方(5 m×5 m),4 个草本样方(2 m×2 m),记录样地的海拔、经纬度、坡度、坡向等地理信息以及样地内每个物种的高度、盖度、株数等生物学信息^[11];生活型、药用部位、药性、药味依据《中国中草药资源志》^[19]的划分标准,药用功效参照《国家药典中药实用手册》^[20]对察隅河流域药用种子植物药用功效进行分析;依照吴征镒等^[21-22]对药用种子植物科、属的分布区类型进行划分。

2 结果与分析

2.1 药用种子植物组成

察隅河流域药用种子植物共有 846 种(含变种),隶属 114 科 427 属(表 1),包含裸子植物 4 科 8 属 14 种,被子植物 110 科 419 属 832 种。被子植物中单子叶植物有 19 科 75 属 117 种,分别占本区科、属、种总数的 16.67%、17.56%、13.83%;双子叶植物含 91 科 344 属 715 种,分别占该区域种子植物科、属、种总数的 79.82%、80.56%、84.52%。

2.1.1 药用种子植物科构成

根据不同科所含种数多少,察隅河流域药用种子植物共划分为 5 个等级(表 2)。其中,单种科 24 个和寡种科(含 2~5 种)48 科分布较多,分别占总科数的 21.05%、42.11%,可见,单种科和寡种科构成了研究区药用种子植物在科水平上的主体;中等科(含 6~10 种)21 科,占总科数的 18.42%;较大科(含 11~20 种)14 科,占总科数的 12.28%;大科(≥ 21 种)仅有 7 科,占总科数的 6.14%,却含 320 种,占总种数的 37.83%,对察隅河流域药用种子植物资源的构建起主导作用。另外,研究区不同种数的

科分布较为分散,说明研究区药用种子植物在科构成上的丰富性。

2.1.2 药用种子植物属构成

根据不同属所含种数的多少,将察隅河流域药用种子植物划分为 4 个等级(表 3)。在研究区 427 个属中,单种属 253 个,占总属数的 59.25%,寡种属(含 2~5 种)153 个,占总属数的 35.83%,均占比较高;中等属(含 6~10 种)有 18 个,占总属数的 4.22%;较大属(11~20 种)仅 3 个属,占总属数的 0.70%。单种属及寡种属优势明显,可见,察隅河流域药用种子植物属水平上的组成多样化。

表 1 察隅河流域药用种子植物类型组成
Table 1 Composition of medicinal seed plants in Zayü River Basin

植物类型 Plant type	科 Family		属 Genus		种 Species	
	数量 Number	占比 Ratio/%	数量 Number	占比 Ratio/%	数量 Number	占比 Ratio/%
裸子植物 Gymnosperms	4	3.51	8	1.87	14	1.65
单子叶 Monocotyledonous plant	19	16.67	75	17.56	117	13.83
双子叶 Dicotyledonous plant	91	79.82	344	80.56	715	84.52
合计 Total	114	100.00	427	100.00	846	100.00

表 2 察隅河流域药用种子植物不同科所含种数组成
Table 2 Composition of species in different families of medicinal seed plants in Zayü River Basin

不同种数的科 Family of different species	科 Family		各科举例 Example of families	种 Species	
	数量 Number	占比 Ratio/%		数量 Number	占比 Ratio/%
单种科(1 种) Monotypic family (1 species)	24	21.05	三白草科;通泉草科;金缕梅科;马桑科 Saururaceae; Mazaceae; Hamamelidaceae; Coriariaceae	24	2.84
寡种科(2~5 种) Oligotypic family (2—5 species)	48	42.11	姜科;母草科;远志科;桑科 Zingiberaceae; Linderniaceae; Polygalaceae; Moraceae	146	17.26
中等科(6~10 种) Middle family (6—10 species)	21	18.42	景天科;芸香科;车前科;百合科 Crassulaceae; Rutaceae; Plantaginaceae; Liliaceae	163	19.27
较大科(11~20 种) Largest family (11—20 species)	14	12.28	五加科;杜鹃花科;龙胆科;忍冬科 Araliaceae; Ericaceae; Gentianaceae; Caprifoliaceae	193	22.81
大科(≥21 种) The largest family (Over 21 species)	7	6.14	菊科;毛茛科;蔷薇科;唇形科;豆科;兰科;禾本科 Asteraceae; Ranunculaceae; Rosaceae; Lamiaceae; Fabaceae; Orchidaceae; Poaceae	320	37.83

表 3 察隅河流域药用种子植物不同属所含种数组成
Table 3 Composition of species in different genera of medicinal seed plants in Zayü River Basin

不同种数的属 Genus of different species	属 Genera		各属举例 Example of genera	种 Species	
	数量 Number	占比 Ratio/%		数量 Number	占比 Ratio/%
单种属(1 种) Monotypic genus (1 species)	253	59.25	红花属;鸡血藤属;距药姜属;火烧兰属 <i>Carthamus</i> ; <i>Callerya</i> ; <i>Cautleya</i> ; <i>Epipactis</i>	253	29.91
寡种属(2~5 种) Oligotypic genus (2—5 species)	153	35.83	蒲公英属;天南星属;党参属;木姜子属 <i>Taraxacum</i> ; <i>Arisaema</i> ; <i>Codonopsis</i> ; <i>Litsea</i>	432	51.06
中等属(6~10 种) Middle genus (6—10 species)	18	4.22	风毛菊属;银莲花属;蒿蓄属;唐松草属 <i>Saussurea</i> ; <i>Anemone</i> ; <i>Polygonum</i> ; <i>Thalictrum</i>	124	14.66
较大属(11~20 种) Largest genus (11—20 species)	3	0.70	蒿属;悬钩子属;铁线莲属 <i>Artemisia</i> ; <i>Rubus</i> ; <i>Clematis</i>	37	4.37

2.2 药用种子植物生活型

依据《中国中草资源志》^[19]的分类标准(表 4),察隅河流域药用种子植物的生活型以多年生草本植物为主,含 444 种占总种数的 52.48%,如:云南红景天(*Rhodiola yunnanensis*)、鹿蹄草(*Pyrola cal-liantha*)、蓝玉簪龙胆(*Gentiana veitchiorum*)等;其次是灌木,含 161 种占总种数的 19.03%,如:水红木(*Viburnum cylindricum*)、滨盐麸木(*Rhus chinensis* var. *roxburghii*)、滇牡丹(*Paeonia dela-vayi*)等;然后为一、二年生草本植物,含 114 种占总种数的 13.48%,如:牛蒡(*Arctium lappa*)、益母草(*Leonurus japonicus*)、平车前(*Plantago depres-sa*)等;乔木含 80 种占总种数的 2.13%,如:马蹄荷

(*Exbucklandia populnea*)、新樟(*Neocinnamomum delavayi*)、黄牛奶树(*Symplocos cochinchinensis* var. *laurina*)等;药用种子植物中藤本植物相对较少,木质藤本含 29 种,占总种数的 3.43%,如:西南铁线莲(*Clematis pseudopogonandra*)、叉须崖爬藤(*Tetrastigma hypoglaucum*)、短尾铁线莲(*Clema-tis brevicaudata*)等,草质藤本含 18 种占总种数的 2.13%,如:苦葛(*Pueraria peduncularis*)、绞股蓝(*Gynostemma pentaphyllum*)、小鸡藤(*Dumasia forrestii*)等。

察隅河流域药用种子植物生活型组成以草本植物最为发达,占总种数的 68.09%,符合药用植物生活型以草本植物为主的组成规律^[13]。

表 4 察隅河流域药用种子植物生活型分布
Table 4 Distribution of life forms of medicinal seed plants in Zayü River Basin

类别 Category	生活型 Lifestyle	科 Family		属 Genus		种 Species	
		数量 Number	占比 Ratio/%	数量 Number	占比 Ratio/%	数量 Number	占比 Ratio/%
草本类药用植物 Herbaceous medicinal plants	一、二年生草本 Annuals, biennials	37	32.46	89	20.84	114	13.48
	多年生草本 Perennial herb	67	58.77	226	52.93	444	52.48
	草质藤本 Herbaceous vine	9	7.89	12	2.81	18	2.13
木本类药用植物 Woody medicinal plants	灌木 Shrub	41	35.96	83	19.44	161	19.03
	乔木 Arbor	33	28.95	52	12.18	80	9.46
	木质藤本 Woody vine	9	7.89	11	2.58	29	3.43

2.3 药用种子植物药用部位

研究区药用种子植物的药用部位参照《中国中草资源志》^[19]的划分标准(表 5),以全草类植物入药最多,共有 70 科 234 属 385 种,占总种数的 45.51%,优势明显,如:(血满草 *Sambucus adna-ta*)、东俄洛紫菀(*Aster tongolensis*)、梭沙韭(*Alli-um forrestii*)等。

其次是根及根茎类共有 88 科 235 属 374 种,占总种数的 44.21%,如:白亮独活(*Heracleum can-dicans*)、双参(*Triplostegia glandulifera*)、疙瘩七(*Panax bipinnatifidus*)等;枝叶类共有 53 科 92 属 130 种,占总种数的 15.37%,如:扁枝槲寄生(*Vis-cum articulatum*)、雪层杜鹃(*Rhododendron ni-vale*)、冷地卫矛(*Euonymus frigidus*)等;果实类共有 32 科 57 属 82 种,占总种数的 9.69%,如:西藏沙棘(*Hippophae tibetana*)、尼泊尔水东哥(*Sau-rauia napaulensis*)、木姜子(*Litsea pungens*)等;皮类共有 32 科 49 属 68 种,占总种数的 8.04%,如:柴桂(*Cinnamomum tamala*)、鹅掌柴(*Schefflera*

heptaphylla)、尖叶花椒(*Zanthoxylum oxyphyl-lum*)等;花类共有 27 科 36 属 41 种,占总种数的 4.85%,如:黄姜花(*Hedychium flavum*)、叠裂银莲-花(*Anemone imbricata*)、鸦跖花 *Oxygraphis gla-cialis*)等;地上部分类药用种子植物共有 10 科 14 属 17 种,占总种数的 2.01%,所含种类较少,如:豨莶(*Sigesbeckia orientalis*)、五月艾(*Artemisia in-dica*)、鸭跖草(*Commelina communis*)等;树脂类药-用种子植物共有 2 科 2 属 2 种,占总种数的 0.24%,所含种类最少,仅见杉木(*Cunninghamia lanceolata*)和川西云杉(*Picea likiangensis* var. *rubescens*)。

2.4 药用种子植物药性

依照《中国中草资源志》^[19]对药性的的分类要求(表 6),研究区药用种子植物的药性以温性药用种子植物占比最高,共 61 科 150 属 234 种,占总种数 27.66%,如:绵头雪兔子(*Saussurea laniceps*)、圆叶鹿蹄草(*Pyrola rotundifolia*)、藏南舌唇兰(*Platanthera clavigera*)等。

表 5 察隅河流域不同药用部位药用种子植物分布

Table 5 Distribution of medicinal plants in different medicinal seed plants of Zayü River Basin

药用部位 Medicinal part	科 Family		属 Genus		种 Species	
	数量 Number	占比 Ratio/%	数量 Number	占比 Ratio/%	数量 Number	占比 Ratio/%
全草 Entire plant	70	61.40	234	54.80	385	45.51
根及根茎 Roots and rhizomes	88	77.19	235	55.04	374	44.21
枝叶 Branch leaf	53	46.49	92	21.55	130	15.37
花 Flower	27	23.68	36	8.43	41	4.85
果实 Fruit	32	28.07	57	13.35	82	9.69
种子 Seed	18	15.79	22	5.15	24	2.84
皮 Bark	32	28.07	49	11.48	68	8.04
地上部分 Aboveground part	10	8.77	14	3.28	17	2.01
树脂 Resin	2	1.75	2	0.47	2	0.24

表 6 察隅河流域药用种子植物药性统计

Table 6 Statistics of medicinal seed plants in Zayü River Basin

药性 Property of medicine	科 Family		属 Genus		种 Species	
	数量 Number	占比 Ratio/%	数量 Number	占比 Ratio/%	数量 Number	占比 Ratio/%
寒 Cold nature	69	60.53	148	34.66	227	26.83
凉 Coolness	62	54.39	124	29.04	173	20.45
平 Flatness	64	56.14	138	32.32	207	24.47
温 Thermophilic	61	53.51	150	35.13	234	27.66
热 Thermal property	3	2.63	4	0.94	5	0.59

其次是寒性药用植物共 69 科 148 属 227 种,占总种数的 26.83%,如:土牛膝(*Achyranthes aspera*)、西藏马兜铃(*Aristolochia griffithii*)、长毛风毛菊(*Saussurea hieracioides*)等;平性药用种子植物共 64 科 138 属 207 种,占总种数的 24.47%,如:牛皮消(*Cynanchum auriculatum*)、裂瓣角盘兰(*Herminium alaschanicum*)、蓝花参(*Wahlenbergia marginata*)等;凉性药用种子植物共 62 科 124 属 173 种,占总种数的 20.45%,如:假秦艽(*Phlomis betonicoides*)、辣薄荷草(*Cymbopogon jwarancusa*)、狭叶委陵菜(*Potentilla stenophylla*)等;热性药用种子植物最少,仅 3 科 4 属 5 种,占总种数的 0.59%,有角萼翠雀花(*Delphinium ceratophorum*)、德钦乌头(*Aconitum ouvardianum*)、假烟叶树(*Solanum erianthum*)等。

2.5 药用种子植物药味

研究区药用种子植物药味参照《中国中草药资源志》^[19]的划分要求(表 7),以苦味类居药用植物资源之首,有 90 科 279 属 524 种,占研究区总种数的 61.94%,占比最高,如:匍枝柴胡(*Bupleurum dalhousieanum*)、菖蒲(*Acorus calamus*)、藏龙蒿(*Ar-*

temisia waltonii)等。

其次,辛味药共 65 科 180 属 290 种,占 34.28%,如:杜若(*Polia japonica*)、树形杜鹃(*Rhododendron arboreum*)、滇川银莲花(*Anemone delavayi*)等;甘味药共 69 科 180 属 262 种,占 30.97%,如:大叶碎米荠(*Cardamine macrophylla*)、刚毛忍冬(*Lonicera hispida*)、角盘兰(*Herminium monorchis*)等。

涩味药共 42 科 65 属 96 种,占 11.35%,如:毛木通(*Clematis buchananiana*)、糙苏(*Phlomis umbrosa*)、显脉莢蒾(*Viburnum nervosum*)等;酸味药共 23 科 35 属 53 种,占 0.12%,如:蔓胡颓子(*Elaeagnus glabra*)、红腺悬钩子(*Rubus sumatranus*)、酢浆草(*Oxalis corniculata*)等;淡味药共 24 科 31 属 42 种,占的 4.96%,占比最少,如:破血丹(*Saussurea acrophila*)、绣球藤(*Clematis montana*)、猪毛菜(*Salsola collina*)等。

2.6 药用种子植物功效

按照《国家药典中药实用手册》^[20]对药效的划分标准(表 8),清热是察隅河流域药用种子植物的主要功效,占总种数的 29.43%,如:禾叶风毛菊(*Saussurea graminea*)、羊齿天门冬(*Asparagus*

filicinus)、紫点杓兰(*Cypripedium guttatum*)等;其次,攻毒杀虫止痒药占 25.06%,如:火炭母(*Per-sicaria chinensis*)、常春藤(*Hedera nepalensis* var. *sinensis*)、马尿脬(*Przewalskia tangutica*)等;活血化瘀药占 21.16%,如:二叶兜被兰(*Neottianthe cu-cullata*)、西藏铁线莲(*Clematis tenuifolia*)、銛菜(*Leonurus pseudomacranthus*)等;祛风湿药占 19.86%,如:杠柳(*Periploca sepium*)、水母雪兔子(*Saussurea medusa*)、鼠掌老鹳草(*Geranium sibir-icum*)等;止血药占 10.05%,如:筒鞘蛇菰(*Balano-phora involucrata*)、竹节参(*Panax japonicus*)、察隅紫堇(*Corydalis tsayulensis*)等;解表药占 6.86%,如:竹叶柴胡(*Bupleurum marginatum*)、虱子草(*Tragus berteronianus*)、戟叶酸模(*Rumex hastatus*)等。

表 7 察隅河流域药用种子植物药味统计

Table 7 Statistics of medicinal seed plants in Zayü River Basin

药味 Medicinal taste	科 Family		属 Genus		种 Species	
	数量 Number	占比 Ratio/%	数量 Number	占比 Ratio/%	数量 Number	占比 Ratio/%
苦 Bitter taste	90	78.95	279	65.34	524	61.94
甘 Sweet taste	69	60.53	180	42.15	262	30.97
酸 Sour taste	23	20.18	35	8.20	53	0.12
咸 Salty taste	5	4.39	6	1.41	9	1.06
淡 Light taste	24	21.05	31	7.26	42	4.96
辛 Pungent taste	65	57.02	180	42.15	290	34.28
涩 Astringent taste	42	36.84	65	15.22	96	11.35

表 8 察隅河流域不同功效药用种子植物种类分布

Table 8 Distribution of medicinal seed plants with different functions in Zayü River Basin

药效 Medicinal function	科 Family		属 Genus		种 Species	
	数量 Number	占比 Ratio/%	数量 Number	占比 Ratio/%	数量 Number	占比 Ratio/%
解表 Exterior-releasing medicine	32	28.07	52	12.18	58	6.86
清热 Heat-clearing medicine	67	58.77	166	38.88	249	29.43
泻下 Purgative medicine	14	12.28	14	3.28	16	1.89
祛风湿 Medicine for rheumatism	59	51.75	116	27.17	168	19.86
化湿 Damp resolving medicine	2	1.75	2	0.47	2	0.24
利水渗湿 Promoting diuresis medicine	23	20.18	28	6.56	40	4.73
温理 Interior-warming drug medicine	21	18.42	31	7.26	47	5.56
理气 Qi-regulating medicine	19	16.67	25	5.85	27	3.19
消食 Digestion medicine	26	22.81	34	7.96	42	4.96
驱虫 Vermifuge	8	7.02	8	1.87	9	1.06
止血 Hemostatic medicine	43	37.72	68	15.93	85	10.05
活血化瘀 Medicine for promoting blood circulation and removing stasis	69	60.53	130	30.44	179	21.16
化痰止咳平喘 Medicine for expectorating, relieving cough and smoothing asthma	51	44.74	113	26.46	141	16.67
平肝熄风 Calm the liver and stop the wind	19	16.67	21	4.92	23	2.72
开窍 Medicine for restoring a clear head	2	1.75	2	0.47	2	0.24
补虚 Medicine for tonicing	13	11.40	19	4.45	19	2.25
收涩 Astringent drug	3	2.63	3	0.70	3	0.35
攻毒杀虫止痒 Attack poison, kill insects and relieve itching	62	54.39	147	34.43	212	25.06
拔毒化腐生肌 Medicine for drawing out poison, transforming rotand promoting granulation	18	15.79	20	4.68	20	2.36
其他 Others	18	15.79	23	5.39	25	2.96

温理药占 5.56%，如：菟丝子(*Cuscuta chinensis*)、粉枝莓(*Rubus biflorus*)、藏南舌唇兰(*Platanthera clavigera*)等。其余 13 类药所占总种数的 17.98%，药用功效较为全面。此外，西藏红豆杉(*Taxus wallichiana*)所含的紫杉醇具有可观的抗癌功效，对糖尿病、冠心病等也有一定的治疗效果，有巨大的药用资源发掘空间。

2.7 察隅河流域野生重点药用种子植物

依据西藏自治区重点药用种子植物野外调查名录，统计整理出察隅河流域药用种子植物共 51 种，

隶属 40 科 48 属(表 9)，除侧柏(*Platycladus orientalis*)、楝(*Melia azedarach*)、朱砂根(*Ardisia crenata*)、地锦(*Parthenocissus tricuspidata*)、绣球藤、花椒(*Zanthoxylum bungeanum*)、山鸡椒(*Litsea cubeba*)、石榴(*Punica granatum*)、甜橙(*Citrus sinensis*)、盐麸木(*Rhus chinensis*)、桑寄生(*Taxillus sutchuenensis*)11 种外，其余 40 种均为草本药用种子植物，占研究区重点药用种子植物总种数的 78.43%，这与地方主要培育种植红景天(*Rhodiola rosea*)等草本类药用种子植物相吻合。

表 9 察隅河流域野生重点药用种子植物
Table 9 Wild and key medicinal seed plants in Zayü River Basin

编号 No.	基源名 Base source name	科名 Family name	药材名称 Medicinal material name
1	蓖麻 <i>Ricinus communis</i>	大戟科 Euphorbiaceae	蓖麻子 Semen ricini
2	蒺藜 <i>Polygonum aviculare</i>	蓼科 Polygonaceae	蒺藜 Herba polygoni avicularis
3	藏菖蒲 <i>Acorus calamus</i>	菖蒲科 Acoraceae	藏菖蒲 Bhizoma acori calami
4	侧柏 <i>Platycladus orientalis</i>	柏科 Cupressaceae	柏子仁 Seman platycladi
5	车前 <i>Plantago asiatica</i>	车前科 Plantaginaceae	车前子 Seman plantaginis
6	川贝母 <i>Fritillaria cirrhosa</i>	百合科 Liliaceae	川贝母 Bulbus fritillariae cirrhosae
7	川续断 <i>Dipsacus asper</i>	忍冬科 Caprifoliaceae	续断 Radix dipsaci
8	粗茎秦艽 <i>Gentiana crassicaulis</i>	龙胆科 Gentianaceae	秦艽 Radix gentianae macrophyllae
9	大花红景天 <i>Rhodiola crenulata</i>	景天科 Crassulaceae	红景天 Root of kirilow rhodiola
10	大麻 <i>Cannabis sativa</i>	大麻科 Cannabaceae	火麻仁 Fructus cannabis
11	灯笼草 <i>Clinopodium polycephalum</i>	唇形科 Lamiaceae	断血流 Herba clinopodii
12	地锦 <i>Parthenocissus tricuspidata</i>	葡萄科 Vitaceae	地锦草 Herba euphorbiae humifusae
13	花椒 <i>Zanthoxylum bungeanum</i>	芸香科 Rutaceae	花椒 Pericarpium zanthoxyli
14	蒺藜 <i>Tribulus terrestris</i>	蒺藜科 Zygophyllaceae	蒺藜 Fructus tribuli
15	蕺菜 <i>Houttuynia cordata</i>	三白草科 Saururaceae	鱼腥草 Herba houttuyniae Thunb
16	姜黄 <i>Curcuma longa</i>	姜科 Zingiberaceae	姜黄 Rhizoma curcumae longae
17	金荞麦 <i>Fagopyrum dibotrys</i>	蓼科 Polygonaceae	金荞麦 Rhizoma fagopyri dibotryis
18	金铁锁 <i>Psammosilene tunicoides</i>	石竹科 Caryophyllaceae	金铁锁 Psammosilenes radix
19	楝 <i>Melia azedarach</i>	楝科 Meliaceae	苦楝皮 Cortex meliae
20	马鞭草 <i>Verbena officinalis</i>	马鞭草科 Verbenaceae	马鞭草 Herba verbenae
21	马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i>	马齿苋科 Portulacaceae	马齿苋 Herba portulacae
22	牻牛儿苗 <i>Erodium stephanianum</i>	牻牛儿苗科 Geraniaceae	老鹳草 Herba erodii/herba geranii
23	牛蒡 <i>Arctium lappa</i>	菊科 Asteraceae	牛蒡子 Fructus arctii
24	牛膝 <i>Achyranthes bidentata</i>	苋科 Amaranthaceae	牛膝 Radix achyranthis bidentatae
25	女贞 <i>Ligustrum lucidum</i>	木樨科 Oleaceae	女贞子 Fructus ligustri lucidi
26	平车前 <i>Plantago depressa</i>	车前科 Plantaginaceae	车前子 Semen plantaginis
27	千里光 <i>Senecio scandens</i>	菊科 Asteraceae	千里光 Climbing groundsel herb

续表 9 Continued table 9			
编号 No.	基源名 Base source name	科名 Family name	药材名称 Medicinal material name
28	桑寄生 <i>Taxillus sutchuenensis</i>	桑寄生科 Loranthaceae	桑寄生 Herba taxilli
29	山鸡椒 <i>Litsea cubeba</i>	樟科 Lauraceae	荜澄茄 Fructus litseae
30	商陆 <i>Phytolacca acinosa</i>	商陆科 Phytolaccaceae	商陆 Adix phytolaccae
31	射干 <i>Belamcanda chinensis</i>	鸢尾科 Iridaceae	射干 Rhizoma belamcandae
32	升麻 <i>Actaea cimicifuga</i>	毛茛科 Ranunculaceae	升麻 Rhizoma cimicifugae
33	石榴 <i>Punica granatum</i>	千屈菜科 Lythraceae	石榴皮 Pericarpium granati
34	梭砂贝母 <i>Fritillaria delavayi</i>	百合科 Liliaceae	川贝母 Bulbus fritillariae cirrhosae
35	桃儿七 <i>Sinopodophyllum hexandrum</i>	小檗科 Berberidaceae	小叶莲 Fructus sino podophylli
36	天麻 <i>Gastrodia elata</i>	兰科 Orchidaceae	天麻 Rhizoma gastrodiae
37	天南星 <i>Arisaema heterophyllum</i>	天南星科 Araceae	天南星 Rhizoma arisaematis
38	甜橙 <i>Citrus sinensis</i>	芸香科 Rutaceae	枳实 Fructus aurantii immaturus
39	菟丝子 <i>Cuscuta chinensis</i>	旋花科 Convolvulaceae	菟丝子 Semen cuscutae
40	蔊菜 <i>Thlaspi arvense</i>	十字花科 Brassicaceae	蔊菜 Boor's mustard herb
41	稀莪 <i>Sigesbeckia orientalis</i>	菊科 Asteraceae	稀莪草 Herba siegesbeckiae
42	喜马山旌节花 <i>Stachyurus himalaicus</i>	旌节花科 Stachyuraceae	小通草 Medulla stachyuri/medulla helwingiae
43	夏枯草 <i>Prunella vulgaris</i>	唇形科 Lamiaceae	夏枯草 Spica prunellae
44	腺梗稀莪 <i>Sigesbeckia pubescens</i>	菊科 Asteraceae	稀莪草 Herba siegesbeckiae
45	绣球藤 <i>Clematis montana</i>	毛茛科 Ranunculaceae	川木通 Caulis clematidis armandii
46	盐麸木 <i>Rhus chinensis</i>	漆树科 Anacardiaceae	五倍子 Galla chinensis
47	掌叶大黄 <i>Rheum palmatum</i>	蓼科 Polygonaceae	大黄 Radix et rhizoma rhei
48	中麻黄 <i>Ephedra intermedia</i>	麻黄科 Ephedraceae	麻黄 Herba ephedrae
49	朱砂根 <i>Ardisia crenata</i>	报春花科 Primulaceae	朱砂根 Radix ardisiae crenatae
50	竹节参 <i>Panax japonicus</i>	五加科 Araliaceae	竹节参 Rhizoma panacis japonici
51	紫苏 <i>Perilla frutescens</i>	唇形科 Lamiaceae	紫苏 Folium perillae

2.8 药用种子植物分布区类型

2.8.1 科的地理成分分析

参照吴征镒等对种子植物科的分布区类型划分^[21],研究区药用种子植物区系划分为 6 大类 17 个不同类型(表 10)。其中,温带分布最多,共 44 科占总科数的 57.89%,以北温带分布为主,主要有罂粟科(Papaveraceae)、山茱萸科(Cornaceae)、杨柳科(Salicaceae)等;其次,热带分布 28 科,占总科数的 36.84%;世界分布 38 科,占总科数的 33.33%;东亚分布 3 科,占总科数的 3.95%;古地中海分布最少,仅阿福花科(Asphodelaceae)下的多年生草本植物萱草(*Hemerocallis fulva*),其根、叶可入药,有清热、止血功效,占总科数的 1.32%。无中国特有科。

2.8.2 属的地理成分分析

根据吴征镒等对中国种子植物属的分布区类型划分标准^[22],察隅河流域药用种子植物区系属的地理成分可划分为 6 大类 34 个不同类型(表 10)。其中,温带分布最多,共 176 属占总属数的 45.96%,以北温带分布最多,主要有蒿属、风毛菊属(*Sauserua*)、翠雀属(*Delphinium*)等;其次,热带分布 147 属,占总属数的 38.37%,以泛热带分布最多;东亚分布 48 属,占总属数的 12.54%;世界分布 41 属,占总属数的 10.70%;古地中海分布 12 属,占总属数的 3.13%;中国特有分布,共 3 属占总属数的 0.78%,有通脱木属(*Tetrapanax*)、金铁锁属(*Psammosilene*)、马尿脬属(*Przewalskia*)。

表 10 察隅河流域药用种子植物科、属的分布区类型
Table 10 Distribution types of medicinal seed plants in Zayü River Basin

分布区的类型 Type of distribution area	科 Family		属 Genus	
	数量 Number	占比 Ratio/%	数量 Number	占比 Ratio/%
T1. 世界分布 Cosmopolitan	38	—	41	—
T2. 泛热带分布 Pantropic	27	35.53	62	16.19
2-1. 热带亚洲、大洋洲和中、南美洲间断分布 Trop. Asia, Australasia & C. to S. Amer. disjuncted	1	1.32	3	0.78
2-2. 热带亚洲、非洲和中、南美洲间断分布 Trop. Asia, Africa & C. to S. Amer. disjuncted	1	1.32	1	0.26
2-S. 以南半球为主的泛热带 Pantropic Trop. especially S. Hemisphere	3	3.95	—	—
T3. 热带亚洲和热带美洲(间断分布) Trop. Asia & Tropl. Amer. disjuncted	6	7.89	11	2.87
T4. 旧世界热带分布 Old world tropics	3	3.95	14	3.66
4-1. 热带亚洲、非洲和大洋洲间断 Trop. Asia, Africa & Australasia disjuncted	—	—	1	0.26
T5. 热带亚洲至热带大洋洲 Tropical Asia & Trop. Australasia	1	1.32	9	2.35
T6. 热带亚洲-热带非洲 Trop. Asia Trop. Africa	—	—	17	4.44
6-1. 华南、西南至印度和热带非洲间断 S., SW. China to India & Trop. Africa disjuncted	—	—	1	0.26
6-2. 热带亚洲和东非或马达加斯加间断 Trop. Asia & E. Afr. or Madagascar disjuncted	—	—	2	0.52
6d. 南非 S. Africa	1	1.32	—	—
T7. 热带亚洲 Trop. Asia	—	—	20	5.22
7-1. 瓜哇、喜马拉雅至华南、西南星散间断 Java, Himalayas to S., SW. China disjuncted	—	—	3	0.78
7-2. 热带印度至华南 Trop. India to S. China	—	—	1	0.26
7-4. 越南至华南(或西南) Vietnam to S. China (or SW. China)	—	—	1	0.26
7a. 马来西亚至中南半岛、热带喜马拉雅、南达苏门答腊 Malaysia to Indochina Peninsula, Trop. Himalaya, S. Sumatra	—	—	1	0.26
7d. 新几内亚 New Guinea	1	1.32	—	—
T8. 北温带分布 North. Temperate	7	9.21	86	22.45
8-2. 北极高山分布 Arctic-Alpine	—	—	5	1.31
8-4. 北温带和南温带间断分布 N. Temper. & S. Temp. disjuncted	15	19.74	24	6.27
8-5. 欧亚和南美洲温带间断 Eurasia & Temp. S. Amer. disjuncted	3	3.95	1	0.26
8-6. 地中海、东亚、新西兰和墨西哥至智利间断 Mediterranean, E. Asia, New Zealand and Mexico-Chile disjuncted	1	1.32	1	0.26
T9. 东亚和北美洲间断 E. Asia & N. Amer. disjuncted	2	2.63	16	4.18
T10. 旧世界温带 Old world temperate	—	—	27	7.05
10-1. 地中海至西亚(或中亚)和东亚间断 Mediterranean, W. Asia (or C. Asia) & E. Asia disjuncted	—	—	7	1.83
10-2. 地中海和喜马拉雅间断 Mediterranean & Himalayan disjuncted	—	—	2	0.52
10-3. 欧亚和南非洲间断 Eurasia & S. Africa disjuncted	—	—	2	0.52
T11. 温带亚洲 Temp. Asia	—	—	5	1.31
T12. 地中海区、西亚至中亚 Mediterranean, W. Asia to C. Asia	—	—	6	1.57
12-1. 地中海至中亚、南非洲、大洋洲间断 Mediterranean to C. & S. Africa, Australasia disjuncted	1	1.32	—	—
12-3. 地中海至温带-热带亚洲、大洋洲和南美洲间断 Mediterranean to Temp. - Temp. Asia, Australasia & S. Amer. disjuncted	—	—	1	0.26
T13. 中亚 C. Asia	—	—	2	0.52
13-2. 中亚东部至喜马拉雅及中国西南 C. Asia to Himalayas & SW. China	—	—	3	0.78
T14. 东亚 E. Asia	3	3.95	25	6.53
14SH. 中国喜马拉雅分布 Sino-Himalaya (SH)	—	—	23	6.01
T15. 中国特有分布 Endemic to China	—	—	3	0.78
合计 Total	114	100.00	427	100.00

3 讨 论

3.1 药用种子植物物种资源丰富

察隅河流域药用种子植物资源丰富,共有 114 科 427 属 846 种(含变种)。单种科、寡种科和单种属、寡种属所占比例较大,构成了研究区药用种子植物科、属水平上的主体,体现了其组成上的多样性;菊科、毛茛科、蔷薇科等较大科及蒿属、悬钩子属、铁线莲属等较大属构成较集中,对研究区药用种子植物资源的构建起主导作用;从生活型和野生重点药用种子植物上看,研究区以草本类药用种子植物为主,植物生活周期短,采集更新恢复快,人工栽培相对容易,可以将草本类药用种子植物作为民族特色产业开发利用的首选。

3.2 药用功效、性味及药用部位丰富

察隅河流域药用种子植物种类繁多、药用功效全面,主要以清热、攻毒杀虫止痒、活血化瘀为主,开窍和化湿类药用种子植物最少,各含 2 种;药性和药味方面,以性温味苦的药物为主;药用部位在研究区均有分布,以全草、根及根茎类植物分布为主,此类植物对生境要求较高,植株采集后会导致全株死亡,因此,采集时要加强对药用种子植物种群及原生境的保护,严禁滥采滥挖。根据野生药用种子植物蕴藏量适度采收,注意保留相当比例和数量的种源,确保采收量的恢复速率、鼓励人工培育种植、加强对濒危及特有药用种子植物的保护,努力维系高原生态平衡,为药用植物的可持续生长提供相对稳定的生存环境。

3.3 药用种子植物区系地理成分复杂

察隅河流域药用种子植物区系的起源与进化与流域内植物区系特征随青藏高原及周边地区的隆升、气候由热逐渐过渡到凉的地史形成有关联^[23],为适应高山的温带成分不断地分化、衍化,热带成分逐步被替代息息相关。研究区分布了红豆杉科(Taxaceae)、麻黄科(Ephedraceae)、松科(Pinaceae)等古老孑遗科,在地质历史上成为这些物种的避难所^[24-25];又分布着报春花科、龙胆科、虎耳草科等新生高山植物区分化的代表科,成为新兴植物区系分化繁衍的摇篮^[24-25]。察隅河流域因其特殊的地理

生境,孕育着丰富的生物多样性,是维持药用植物资源生长发育的重要基础条件,可结合地理、生境和古植被资料,探讨高原及周边地区隆升对药用植物遗传多样化的影响。

3.4 保护建议

察隅河流域药用种子植物资源多样性丰富,保护、利用好研究区药用种子植物资源,实现高原药用植物资源特色基因库永久性维持,对青藏高原及中国的中(藏)药事业发展意义重大。伴随西藏地区经济的发展,随之也带来了严峻的挑战,像绵头雪兔子、西南手参(*Gymnadenia orchidis*)、四裂红景天(*Rhodiola quadrifida*)等国家二级保护植物,苞叶雪莲(*Saussurea obvallata*)、高山龙胆(*Gentiana algida*)、川贝母(*Fritillaria cirrhosa*)等野生药用价值较高的种子植物,由于当地居民采挖买卖,数量急剧减少,建议相关管理部门加强管理,开展重点药用植物储量调查研究,确定优先保护物种,建立专门的珍稀、濒危药用植物就地保护区,集中进行保护开发野生药用植物资源。

对于所占比例较大的全草、根及根茎类药用种子植物,这类药用植物的利用相对其野生种群和生境的影响受损更明显,若无限限制采伐,易给野生药用种子植物资源造成毁灭性伤害,可在其分布相对集中的海拔 2 200~3 800 m 一带设置优先保护区域加以特别保护,鼓励有筹划、有举措地建设高原特色中药材培育种植基地,适度开发,科学适量采收,凭借独特的自然地理优势,鼓励当地村民进行林下半野生培育种植,缓解野生药用种子植物资源的压力,使得高原药用种子植物种源得以长久保存。

随着食疗兴起的热潮,像牛奶子(*Elaeagnus umbellata*)、齿萼悬钩子(*Rubus calycinus*)、高山党参(*Codonopsis alpina*)等具有营养保健作用的野生药用种子植物越发受到关注,其果实或根茎等部位兼具食用、滋补及治疗疾病的功效。例如“维生素宝库”沙棘(*Hippophae rhamnoides*),其果实中就含有人体不能合成的多种维生素,沙棘油同样具有抗癌的药理性能,对保健和疾病预防意义重大,可对药食两用植物资源的开发利用研究方面重点关注,以期促进我国的中(藏)药事业发展。

参考文献:

[1] SHAN Z J, YE J F, HAO D C, et al. Distribution patterns

and industry planning of commonly used traditional Chinese medicinal plants in China[J]. *Plant Diversity*, 2022, 44(3):

255-261.

[2] 黄璐琦, 陆建伟, 郭兰萍, 等. 第四次全国中药资源普查方案设计与实施[J]. 中国中药杂志, 2013, **38**(5): 625-628.
HUANG L Q, LU J W, GUO L P, *et al.* Project design and implementation of the fourth national survey Chinese materia medica resources[J]. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 2013, **38**(5): 625-628.

[3] 魏 俊, 郑维超, 杨 陈, 等. 唐家河国家级自然保护区药用植物资源及多样性特征分析[J]. 西北植物学报, 2019, **39**(7): 1 307-1 315.
WEI J, ZHENG W C, YANG C, *et al.* Analysis on medicinal plant resources and diversity characteristics in the Tangjiahe national nature reserve[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2019, **39**(7): 1 307-1 315.

[4] 徐元江, 刘 江, 赵芳玉, 等. 西藏 4 种新分布药用植物[J]. 西北植物学报, 2019, **39**(6): 1 139-1 142.
XU Y J, LIU J, ZHAO F Y, *et al.* Four new records of medicinal plants in Tibet[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2019, **39**(6): 1 139-1 142.

[5] 郭巧生. 药用植物资源学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007.

[6] MYERS N, MITTERMEIER R A, MITTERMEIER C G, *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities[J]. *Nature*, 2000, **403**(6 772): 853-858.

[7] WU Z Y. Hengduan mountain flora and her significance[J]. *Journal Japanese Botany*, 1988, **63**(9): 297-311.

[8] 谷文乾, 杨欣欣, 张淑钧, 等. 青藏高原东南部察隅河流域种子植物区系研究[J]. 西北植物学报, 2022, **42**(10): 1 749-1 759.
GU W Q, YANG X X, ZHANG S J, *et al.* Study on the flora of seed plants in zayü river basin, southeast qinghai-tibet plateau[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2022, **42**(10): 1 749-1 759.

[9] YU H B, MIAO S Y, XIE G W, *et al.* Contrasting floristic diversity of the Hengduan mountains, the Himalayas and the qinghai-tibet plateau sensu stricto in China[J]. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2020, **8**: 136.

[10] 赵仁生, 许诗嘉, 宋鹏飞, 等. 青藏高原药用植物分布格局及保护优先区[J]. 生物多样性, 2022, **30**(4): 68-77.
ZHAO R S, XU S J, SONG P F, *et al.* Distribution patterns of medicinal plant diversity and their conservation priorities in the Qinghai-Tibet Plateau[J]. *Biodiversity Science*, 2022, **30**(4): 68-77.

[11] 罗 建, 费文群, 李 琴, 等. 西藏色季拉山野生药用植物资源多样性及其保护与利用[J]. 西北植物学报, 2018, **38**(2): 353-362.
LUO J, FEI W Q, LI Q, *et al.* Diversity of medicinal plant resources and their protection and utilization in shegyla mountains, Tibet[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2018, **38**(2): 353-362.

[12] 郑长远, 王亚男, 张 雨, 等. 青藏高原特有药用植物独一味研究进展[J]. 黑龙江农业科学, 2021(5): 115-119.
ZHENG C Y, WANG Y N, ZHANG Y, *et al.* Research progress on the unique medicinal plant *Lamiophlomis rotata* qinghai-tibet plateau[J]. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2021(5): 115-119.

[13] 黄璐琦, 王永炎. 全国中药资源普查技术规范[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2015.

[14] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏自然地理[M]. 北京: 科学出版社, 1982.

[15] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏气候[M]. 北京: 科学出版社, 1984.

[16] 吴征镒. 西藏植物志: 第一卷[M]. 北京: 科学出版社, 1983.

[17] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第一卷 总论[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

[18] Flora of China 编委会. Flora of China[EB/OL]. 1989-2013. <http://foc.eflora.cn/>.

[19] 中国药材公司. 中国中药资源志要[M]. 北京: 科学出版社, 1994.

[20] 刘永新. 国家药典中药实用手册[M]. 北京: 中医古籍出版社, 2011.

[21] 吴征镒, 周浙昆, 李德铎, 等. 世界种子植物科的分布区类型系统[J]. 云南植物研究, 2003, **25**(3): 245-257.
WU Z Y, ZHOU Z K, LI D Z, *et al.* The areal-types of the world families of seed plants[J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 2003, **25**(3): 245-257.

[22] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991(增刊Ⅳ): 1-139.
WU Z Y. The areal-types of Chinese genera of seed plants[J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1991(Suppl. Ⅳ): 1-139.

[23] 孙 航. 古地中海退却与喜马拉雅-横断山的隆起在中国喜马拉雅成分及高山植物区系的形成与发展上的意义[J]. 云南植物研究, 2002, **24**(3): 273-288.
SUN H. *Tethys* retreat and Himalayas-Hengduanshan mountains uplift and their significance on the origin and development of the sino-himalayan elements and alpine flora[J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 2002, **24**(3): 273-288.

[24] VAN'T VEER R, HOOGHIEMSTRA H. Montane forest evolution during the last 650 000 yr in Colombia: A multivariate approach based on pollen record Funza-I[J]. *Journal of Quaternary Science*, 2000, **15**(4): 329-346.

[25] 方精云. 探索中国山地植物多样性的分布规律[J]. 生物多样性, 2004, **12**(1): 1-4.
FANG J Y. Exploring altitudinal patterns of plant diversity of China's Mountains[J]. *Chinese Biodiversity*, 2004, **12**(1): 1-4.

(编辑: 潘新社)